



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Patentschrift
⑯ DE 196 29 552 C 1

⑮ Int. Cl. 8:
F 02 D 41/14
G 01 N 27/413

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

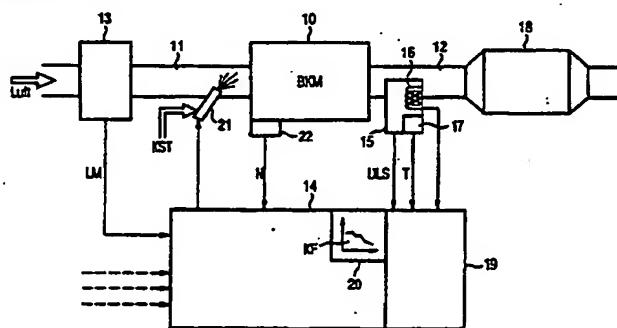
⑯ Erfinder:
Leiderer, Hermann, Dr., 93086 Wörth, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	41 08 308 A1
US	51 48 795 A
US	51 40 535 A
WO	94 19 593 A1

⑯ Vorrichtung zum Kompensieren der Temperaturdrift einer Abgassonde

⑯ Verwendung des Temperatursignals eines in die Lambdasonde (15) integrierten Temperaturfühlers (17) und eines in einem Speicher (20) der elektronischen Steuerungseinrichtung (14) der Brennkraftmaschine (10) abgelegten Kennfeldes (KF), das in Abhängigkeit der Sensortemperatur (T) zugehörige Werte für das Ausgangssignal (ULS) der Lambdasonde (15) enthält. In Abhängigkeit von der durch das Auswerten des Kennfeldes (KF) erhaltenen Signalverschiebung wird die Heizleistung der Sondenheizeinrichtung (16) verändert, so daß ein vorgegebener Sollwert für die Arbeitstemperatur (TS) der Lambdasonde (15) eingehalten wird.



DE 196 29 552 C 1

DE 196 29 552 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Kompenieren der Temperaturdrift einer Abgassonde gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Die Schadstoffemission einer Brennkraftmaschine hängt im wesentlichen von der Qualität der Gemischaufbereitung ab. Durch einen dem jeweiligen Betriebszustand der Brennkraftmaschine angepaßte Zumessung des Kraftstoffes zur angesaugten Luftmasse läßt sich neben dem Schadstoffausstoß auch der Kraftstoffverbrauch deutlich reduzieren. Hierzu dient eine sogenannte Lambdaregelung, die in Verbindung mit einem Dreiege-Katalysator als wirksames Abgasreinigungsverfahren für Brennkraftmaschine eingesetzt wird. Ein im Abgasrohr stromaufwärts des Katalysators angeordneter Abgassensor, nämlich die Lambdasonde liefert ein vom Sauerstoffgehalt im Abgas abhängiges Signal, das eine Lambda-Regeleinrichtung derart weiterverarbeitet, daß das mittels einer Zumeßeinrichtung wie Einspritzanlage oder Vergaser den Zylindern der Brennkraftmaschine zugeführte Kraftstoff-Luftgemisch eine für den jeweiligen Betriebszustand optimale Verbrennung erlaubt.

Eine aussichtsreiche Möglichkeit, auch die ständig strenger werdenden Abgasvorschriften bezüglich niedriger Emissionen zu erfüllen, besteht darin, nicht wie derzeit allgemein üblich, binäre Lambdasonden mit einer bezüglich ihres Ausgangssignal sprungförmigen Charakteristik zu verwenden, sondern Lambdasonden einzusetzen, die eine Kennlinie für das Ausgangssignal aufweisen, die im Bereich $\lambda = 1$ eine möglichst monotonen, vorzugsweise lineare Abhängigkeit von der Luftzahl zeigen.

Mit diesen Lambdasonden, die im allgemeinen auch eine, gegenüber den Sprungsonden deutlich geringere Ansprechzeit aufweisen, ist es möglich, nicht nur den Restsauerstoffgehalt im gesamten Abgas der Brennkraftmaschine auszuwerten und als Basis für die Einstellung eines optimalen Wertes für die Luftzahl zu verwenden, sondern jeder einzelne Zylinder der Brennkraftmaschine kann mit einer optimalen Luftzahl betrieben werden (zylinderselektive Lambdaregelung). Solche linearen, schnellen Sonden beinhalten Materialien wie beispielsweise SrTiO₃, BaTiO₃ und CeO₂, die mittels Siebdruck, Sputtern, CVD und anderen Methoden als dünne Filme mit Dicken, weit unter 1 mm auf keramische Substrate aufgebracht werden (VDI Berichte 939, Düsseldorf, "Vergleich der Ansprechgeschwindigkeit von KFZ Abgassensoren zur schnellen Lambdamessung auf der Grundlage von ausgewählten Metalloxiddünnfilmen").

Es handelt sich hierbei um Materialien mit halbleitenden Eigenschaften, d. h. insbesondere der Sondenwiderstand und damit das Ausgangssignal der Sonde ist stark temperaturabhängig. Damit der Abgassensor möglichst schnell seine Betriebstemperatur erreicht und anschließend auch die Sensortemperatur auf einen vorgegebenen Wert gehalten werden kann, ist eine zusätzliche Heizeinrichtung vorgesehen, die neben der Aufwärmung des Abgassensors durch das Abgas selbst für die notwendige Heizung des Sensors sorgt.

Änderungen der Drehzahl und Lastwechsel während des Betriebes der Brennkraftmaschine führen zu Änderungen der Abgasgeschwindigkeit sowie der Abgastemperatur und bewirken, daß die erforderlichen Heizleistung zur Einhaltung der gewünschten Sensortemperatur stark variieren. Dies führt zu Temperaturschwankungen am Sensorelement und dadurch zu unerwünsch-

ten Verschiebungen des Ausgangssignals der Abgassonde.

Bei Überschreiten einer kritischen Abgastemperatur liegt diese über der Arbeitstemperatur der Abgassonde. Dies führt ebenfalls zu einer temperaturbedingten Signalverschiebung. Die Solltemperatur kann aber dabei nicht beliebig hochgesetzt werden, da sonst Vergiftungs- und Alterungsdriften zu groß werden.

Weitere Probleme für eine Lambdaregelung auf eine 10 dem jeweiligen Betriebszustand optimale Luftzahl mit einer linearen Sonde ergeben sich auf Grund von Fertigungstoleranzen bei der Herstellung der Abgassonden. Hierzu zählen unter anderem Abweichungen in der Dicke und der Beschaffenheit der sensoraktiven Schicht und die Ungenauigkeit der Widerstände, bzw. Schaltungen im Steuergerät zur Bestimmung der Sondenspannung.

Bei den bisherigen Motorsteuerungssystemen eingesetzten, binären Lambda-Sonden wird die Heizleistung 20 über ein Kennfeld vorgesteuert, d. h. bei Drehzahländerungen, bzw. Lastwechsel wird die Heizleistung sofort entsprechend der gespeicherten Erfahrungswerte geändert. Diese Vorsteuerung soll große und sehr lang andauernde Temperaturabweichungen verhindern, bzw. minimieren. Bei Einsatz der binären Lambdasonde wird im oberen Drehzahl- und Lastbereich zum Schutz des Katalysators eine Anfettung des Gemisches (typisch $\lambda = 0,8$) durchgeführt. Da in diesen Betriebsbereichen die Lambdasonde nicht zur Regelung eingesetzt wird, tritt hierbei auch das Problem der Temperaturdrift nicht auf.

Um Drifterscheinungen bei linearen Lambdasonden zu kompensieren, ist es beispielsweise aus der DE 43 20 881 A1 bekannt, das Ausgangssignal der linearen Sonde mit dem Signal einer binären Referenzsonde, die in unmittelbarer räumlicher Nähe, vorzugsweise auf denselben Substrat angeordnet ist, abzugleichen. Mit Hilfe dieser Referenzsonde kann nun die Abweichung der Sondenspannung der linearen Sonde bei $\lambda = 1,00$ vom Sollwert festgestellt werden. Die Korrektur erfolgt, indem die Kennlinie der linearen Sonde um diesen Spannungsoffset verschoben wird.

Aus der DE 41 06 308 A1 ist ein Verfahren zur Heizung einer Abgassonde im Abgasrohr einer Brennkraftmaschine bekannt, die ein elektrisches Heizmittel aufweist, dessen Widerstand von seiner Temperatur abhängt. Zur Erfassung der Temperatur der Abgassonde wird der Innenwiderstand der Abgassonde oder der Heizeinrichtung gemessen, der gemessene Innenwiderstand mittels einer stetigen Regelung auf einen vorbestimmten Sollwert geregelt, wobei dieser Sollwert einem Temperaturwert entspricht, den die Abgassonde bei einem vorgegebenen Betriebszustand der Brennkraftmaschine bei höheren Lastbedingungen ohne Zufuhr elektrischer Heizleistung annimmt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung anzugeben, mit deren Hilfe die Temperaturdrift des Ausgangssignals einer linearen Sonde auf einfache Weise kompensiert werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Durch die Verwendung des Temperatursignales eines in die Lambdasonde integrierten Temperaturfühlers und eines in einem Speicher der elektronischen Steuerungseinrichtung der Brennkraftmaschine abgelegten Kennfeldes, das in Abhängigkeit der Sensortemperatur zugehörige Werte für das Ausgangssignal der Lambdasonde enthält, ist auf einfache Weise eine Kompensation der Temperaturdrift der Lambdasonde möglich. In Ab-

hängigkeit von der durch das Auswerten des Kennfels des erhaltenen Signalverschiebung wird die Heizleistung der Sondenheizeinrichtung verändert, so daß ein vorgegebener Sollwert für die Arbeitstemperatur der Lambdasonde eingehalten wird.

Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der im folgenden anhand der Zeichnungen erläuterten Erfindung. Hierbei zeigt

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer mit einer Lambdaregelungseinrichtung ausgestatteten Brennkraftmaschine,

Fig. 2 den Zusammenhang zwischen Sondensignal und Luftzahl einer linearen Sonde,

Fig. 3 den Zusammenhang zwischen Sondensignal und der Temperatur der Lambdasonde und

Fig. 4 den unterschiedlichen Verlauf des Sondensignals in Abhängigkeit von der Luftzahl für zwei verschiedene Lambdasonden.

Bei dem in der Fig. 1 in vereinfachter Form dargestellten Blockschaltbild sind nur diejenigen Teile gezeichnet, die für das Verständnis der Erfindung notwendig sind.

Mit dem Bezugszeichen 10 ist eine Brennkraftmaschine BKM mit einer Ansaugleitung 11 und einer Abgasleitung 12 bezeichnet. Ein in der Ansaugleitung 11 angeordneter Luftpumassenmesser 13 mißt die von der Brennkraftmaschine 10 angesaugte Luftpumasse und gibt ein entsprechendes Signal LM an eine elektronische Steuerungseinrichtung 14 ab. Der Luftpumassenmesser 13 kann beispielsweise als Hitzdraht- oder als Heißfilmluftmassenmesser realisiert sein.

Um den Restsauerstoffgehalt in dem von den einzelnen Zylindern ausgestoßenen Abgas zu erfassen, ist in der Abgasleitung 12 nahe an einem nicht dargestellten Auspuffkrümmer eine schnelle, breitbandige Lambdasonde 15, im folgenden als lineare Lambdasonde bezeichnet, angeordnet. Da die Lambdasonde 15 nur oberhalb einer minimalen Betriebstemperatur funktionsbereit ist und damit die Regelung des Luft/Kraftstoffgemisches erst dann möglich wird, wenn die Lambdasonde ihre Betriebstemperatur erreicht hat, wird die Aufheizung der Sonde durch das Aufbringen einer elektrischen Heizeinrichtung 16 beschleunigt. Außerdem sorgt diese Sondenheizung dafür, daß in Betriebsbereichen der Brennkraftmaschine, (z. B. Leerlauf), bei denen die Heizleistung des Abgases nicht ausreicht, die Sondentemperatur auf einen vorgegebenen Wert konstant gehalten werden kann. Hierzu dient eine Heizungsregelung, weil nur ein definiertes Temperaturniveau der Sonde ein den Sauerstoffgehalt im Abgas repräsentierendes Signal mit hoher Genauigkeit liefert. Wenn die Temperaturen der Sonde stark variieren, dann ist das Sondensignal nicht nur von der Luftzahl λ , sondern unerwünschter Weise auch von der Temperatur abhängig. Stromabwärts der Lambdasonde 15 ist in die Abgasleitung 12 ein zum Konvertieren der im Abgas der Brennkraftmaschine 10 enthaltenen Bestandteile HC, CO und NO_x dienenden Dreiwege-Katalysators 18 eingeschaltet.

Das Ausgangssignal ULS der linearen Lambdasonde 15 wird zur Auswertung und Weiterverarbeitung einer Lambdaregelungseinrichtung 19 zugeführt. Die Lambdaregelungseinrichtung 19 ist vorzugsweise in die elektronische Steuerungseinrichtung 14 der Brennkraftmaschine 10 integriert. Solche elektronische Steuerungseinrichtungen für Brennkraftmaschinen, die neben der Kraftstoffeinspritzung und der Zündungsregelung noch eine Vielzahl weiterer Aufgaben bei der Steuerung der Brennkraftmaschine übernehmen, sind an sich be-

kannt, so daß im folgenden nur auf den im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung stehenden Aufbau und dessen Wirkungsweise eingegangen wird.

Kernstück der elektronischen Steuerungseinrichtung

14 ist ein Mikrocomputer, der nach einem festgelegten Programm die erforderlichen Funktionen steuert. Bei einer sogenannten luftmassengeführten Steuerung der Brennkraftmaschine wird mit Hilfe der von dem Luftpumassenmesser 13 und von einem Drehzahlsensor 22 gelieferten und in entsprechenden Schaltungen aufbereiteten Signale Luftpumasse LM und Drehzahl N eine Grund einspritzzeit berechnet und diese mit Hilfe der Lambdaregelungseinrichtung und abhängig von weiteren Betriebsparametern, z. B. Druck und Temperatur der Ansaugluft, Temperatur des Kühlmittels usw. korrigiert. In der Fig. 1 sind die hierfür notwendigen Signale strichliert als Eingangsgrößen der elektronischen Steuerungseinrichtung 14 angedeutet. Der Kraftstoff KST wird mit Hilfe eines oder mehrerer Einspritzventile 21 der Ansaugluft im Ansaugrohr 11 zugemessen.

Mit dem Ausgangssignal der linearen Lambdasonde 15 wird die Luftzahl auf einen vorgegebenen Wert, in der Regel auf $\lambda = 1$ geregelt.

In die lineare Lambdasonde 15 ist ein separater Temperatursensor 17 integriert, der ein der Temperatur T der Lambdasonde entsprechendes Signal an die Steuerungseinrichtung 14 abgibt. Dieses Signal wird zur genauen Temperaturregelung der Lambdasonde 15 verwendet. Durch Bestimmung des Sensorwiderstandes bzw. der Ausgangsspannung bei verschiedenen Temperaturen T wird die entsprechende Signalverschiebung ermittelt. Diese temperaturabhängige Signalverschiebung wird in einem oder auch mehreren Kennfeldern KF im Speicher 20 der elektronischen Steuerungseinrichtung 14 abgelegt werden und zu einer Temperaturdriftkompensation herangezogen.

In Fig. 2 ist die Abhängigkeit des Ausgangssignals ULS der breitbandigen, schnellen Lambdasonde 15 (lineare Sonde) von der Luftzahl λ für zwei verschiedene Arbeitstemperaturen dargestellt. In einem schmalen Bereich von typisch $0,95 < \lambda < 1,05$ ergibt sich ein nahezu linearer Zusammenhang zwischen Ausgangssignal und Luftzahl. Im fetten und im mageren Luftzahlbereich zeigt die Sondenkennlinie ein Sättigungsverhalten. In diesem Beispiel ändert sich mit der Luftzahl λ die Ausgangsspannung ULS der linearen Lambdasonde 15.

Eine analoge Darstellung ergibt sich, wenn man als Ausgangssignal den elektrischen Widerstand der Lambdasonde in Abhängigkeit der Luftzahl λ aufträgt.

Mit durchgezogener Linie ist in Fig. 2 der Verlauf des Ausgangssignals bei einer angenommenen Solararbeits temperatur TS der Lambdasonde von 850°C eingetragen, während für eine über dieser Solararbeits temperatur liegende Temperatur von 880°C der entsprechende Verlauf mit strichelterter Linie dargestellt ist. Der Vorwiderstand eines Spannungsteilers zur Umwandlung des Sondenwiderstandes in eine Spannung ist in diesem Beispiel so dimensioniert, daß sich bei $\lambda = 1,000$ eine Spannung von 2,5 V einstellt, wobei der maximale nutzbare Spannungsbereich üblicherweise 0 bis 5 V beträgt. Dies ist der Bereich, den die konventionellen Analog/Digital Wandler abdecken.

Die Lambdaregelungseinrichtung 19 wird während des Betriebes der Brennkraftmaschine versuchen, den λ -Wert möglichst so zu regeln, daß sich eine Spannung von 2,5 V ergibt. Dies ist im stationären Betrieb der Brennkraftmaschine relativ gut möglich.

Bei Drehzahl- bzw. Lastwechsel der Brennkraftma-

schine und sich dadurch ergebendes wärmeres Abgas steigt die Temperatur der Lambdasonde 15 an. Dies hat einen Abfall der Sondenspannung z. B. auf 2,2 V bei $\lambda = 1,000$ zur Folge, bis die Lambdasonde durch Verminderung der Heizleistung die Solltemperatur TS von 850°C wieder erreicht hat. Durch eine Vorsteuerung über ein Kennfeld kann das Erreichen des Sollwertes beschleunigt werden. Dennoch bleibt für eine gewisse Zeit eine Abweichung bestehen. Da im praktischen Fahrbetrieb oft Last- und Drehzahlwechsel stattfinden, kommt es zu einer ständigen Temperaturszillation um den Sollwert. Wird jedoch die aktuelle Temperatur berücksichtigt, ist es nicht mehr nötig, die Heizleistung exakt anzupassen, da auf jede Temperatur der zugehörige im Kennfeld KF des Speichers 20 abgelegte Sollwert eingeregelt wird. Voraussetzung hierzu ist natürlich ein separater, schnell reagierender Temperatursensor 17, der möglichst nahe bei der aktiven Meßschicht angebracht ist.

Bei Überschreiten der eingestellten Arbeitstemperatur TS des Sensors 15 durch sehr heiße Abgase aufgrund z. B. langanhaltender Fahrt mit Vollgas erfolgt ebenfalls eine Signalverschiebung zu kleineren Widerständen (Spannungen) hin. In diesem Fall kann ebenfalls auf das abgelegte Kennfeld KF zurückgegriffen werden und eine $\lambda = 1,000$ -Regelung aufrechterhalten werden.

Dies ist entscheidend für die Erfüllung der neuen Abgasgesetze, die eine Regelung über den gesamten Last- und Drehzahlbereich vorschreiben, d. h. auch für die Temperatur über der Solarbeitstemperatur TS der Ab-

gassonde.

In Fig. 3 ist der Zusammenhang zwischen Ausgangssignal der Lambdasonde und der Arbeitstemperatur dargestellt, wie er in dem Kennfeld KF des Speichers 20 abgelegt ist. Dem Sollwert TS der Arbeitstemperatur (850°C) ist der Sollwert ULSS für das Ausgangssignal (2,5 V) zugeordnet. Bei gegenüber dem Wert TS niedrigeren Temperaturen steigt das Ausgangssignal, bei höheren Temperaturen fällt das Ausgangssignal.

Eine andere Möglichkeit zur Einstellung des gewünschten Ausgangssignals der Lambdasonde bei $\lambda = 1,000$ ist, die Arbeitstemperatur des Sensorelementes zu verändern, bis die gewünschte Spannung bei $\lambda = 1,000$ erreicht wird. Dies hat auch den Vorteil, daß die Spannungscharakteristik in einem optimalen Meßbereich verschoben werden kann.

Eine weitere Möglichkeit ergibt sich aus der typischen Kennlinie der linearen Lambdasonde. Der Widerstand ist für λ -Werte von $\lambda > 1,3$ relativ konstant. Bei Schubabschaltung während einer Autofahrt (Gaspedal nicht gedrückt) wird üblicherweise kein Kraftstoff mehr eingespritzt. In diesem Betriebsfall bzw. -bereich kann der ermittelte Sondenspannungswert zusammen mit der aktuellen Temperatur zur genauen Kalibrierung des Sensors verwendet werden. Hierzu wird auf die in der Motorsteuerung abgelegten Kennfelder zurückgegriffen. Ist der Sensor ausreichend stabil, bezüglich Vergiftungen und Alterung, kann damit auf eine zusätzliche Kalibriersonde verzichtet werden.

Eine ähnliche Kalibrierung könnte alternativ auch während des Warmlaufens der Brennkraftmaschine erfolgen. Bis Erreichen einer bestimmten Mindesttemperatur wird die Brennkraftmaschine z. B. im Bereich $\lambda = 1,05 \pm 0,02$ betrieben (Regelung über Einspritzventilfüllung und Luftmassenmesser). Dieser Betriebspunkt liegt ebenfalls in einem Bereich, in dem sich die anfallende Spannung am Sensorelement wendig ändert.

Addieren sich die Abweichungen vom Sollwert in der Schichtdicke, Vorwiderstand und Temperaturfühler in

Summe so, daß anstatt 2,5 V z. B. 1,5 V oder 3,5 V Spannung anfallen, bei $\lambda = 1,000$, kann durch Senkung oder Erhöhung der Solarbeitstemperatur die Sondenspannung (bzw. Widerstand) angehoben oder erniedrigt werden. Hierdurch läßt sich der vorhandene Meßbereich von 0 bis 5 V wesentlich besser ausnutzen und eine genauere Regelung mit preisgünstigen Meßbausteinen (10 bit-Auflösung) durchführen.

Die Fertigungstoleranzen führen dazu, daß z. B. eine Spannung von 2,5 V bei $\lambda = 1,000$ und der Solarbeitstemperatur nur im Mittel erreicht werden. Üblicherweise wird aber ein von diesem Mittelwert abweichendes Ausgangssignal bei der ersten Inbetriebnahme des Fahrzeugs anfallen. Zur Verdeutlichung dieses Sachverhaltes sind in Fig. 4 zwei aufgrund der oben genannten Fertigungstoleranzen verschiedene Kennlinien für das Sondensignal ULS dargestellt, wobei mit PULS die Verschiebung zwischen den Kennlinien bezeichnet ist. In Abhängigkeit von dieser Verschiebung kann der Sollwert für die Arbeitstemperatur geändert werden.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Kompenzieren der Temperaturdrift einer, bezogen auf ihr Ausgangssignal (ULS) zumindest teilweise eine lineare Charakteristik aufweisenden Lambdasonde (15) zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes im Abgas einer Brennkraftmaschine (10),

- mit einer Lambdaregelungseinrichtung (19), die in Abhängigkeit des Ausgangssignals (ULS) der Lambdasonde (15) über eine elektronische Steuerungseinrichtung (14) ein der Brennkraftmaschine (10) zuzuführendes Kraftstoff-/Luft-Gemisch beeinflußt,

- mit einer elektrischen Heizeinrichtung (16) zum Beheizen der Lambdasonde (15),

- mit einem, der Lambdasonde (15) zugeordneten Temperatursensor (17) zum Erfassen der aktuellen Arbeitstemperatur (T) der Lambdasonde (15), dadurch gekennzeichnet, daß

ein Speicher (20) in der elektronischen Steuerungseinrichtung (14) vorgesehen ist, der mindestens ein Kennfeld (KF) beinhaltet, in dem abhängig von der Arbeitstemperatur (T) der Lambdasonde (15) zugehörige Werte für das Ausgangssignal (ULS) der Lambdasonde (15) bei einer bestimmten Luftzahl λ abgelegt sind, wobei einem vorgegebenen Sollwert für die Arbeitstemperatur (TS) ein entsprechender Sollwert für das Ausgangssignal (ULSS) zugeordnet ist,

die Steuerungseinrichtung (14) mit Hilfe dieses Kennfeldes (KF) die temperaturabhängige Signalverschiebung vom Sollwert (ULSS) bei der aktuellen Arbeitstemperatur (T) bestimmt und in Abhängigkeit von dieser Signalverschiebung die Heizleistung der elektrischen Heizeinrichtung (16) derart regelt, so daß der Sollwert für die Arbeitstemperatur (TS) erreicht wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Temperatursensor (17) in unmittelbarer räumlicher Nähe der aktiven Sensorschicht der Lambdasonde (15) integriert ist und eine bezüglich des Sensorverhaltens kleine Zeitkonstante aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in Betriebsbereichen der Brennkraftmaschine (10), während derer das Aus-

gangsignal (ULS) der Lambdasonde (15) annähernd konstant ist, der ermittelte Wert des Ausgangssignals (ULS) zusammen mit der aktuellen Arbeitstemperatur (T) zur Kalibrierung der Lambdasonde (15) herangezogen wird, indem der Wert für die Sollarbeitstemperatur (TS) verändert wird.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kalibrierung während des Betriebszustandes der Schubabschaltung oder während des Warmlaufes der Brennkraftmaschine (10) erfolgt.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

